

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

T8114



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Системи керування промисловими робототехнічними комплексами
CONTROL SYSTEMS OF INDUSTRIAL ROBOTIC SYSTEMS

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

перший (бакалаврський) другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська англійська

Робоча програма навчальної дисципліни

«Системи керування промисловими
робототехнічними комплексами»

(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності

G3 «Електрична інженерія»

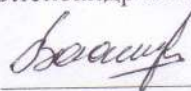
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

« 17 » 04 2025 року. - 18 с.

Розробник: Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики.

Розробник  Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

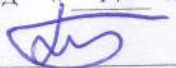
Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ» Дмитро ШАРЕЙКО, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант  Дмитро ШАРЕЙКО, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » 04 2025 р.

Завідувач кафедри  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » 05 2025 р.

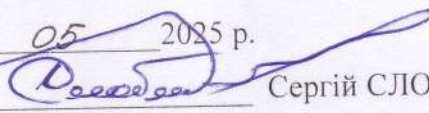
Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » 05 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
6.1 Засоби навчання.....	11
6.2 Методи навчання	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	17
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Майже кожне сучасне підприємство використовує роботизовані технологічні комплекси та промислові роботи для автоматизованого виконання як допоміжних, так і основних технологічних операцій в умовах виробництва.

Роботизовані технологічні комплекси, об'єднані у гнучкі виробничі системи з керуванням на базі ЕОМ, відкривають шлях до впровадження прогресивної організації виробництва та здійснення виробничого процесу в повністю автоматизованому режимі.

Курс "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами" є обов'язковою дисципліною при підготовці студентів другого рівня вищої освіти (магістерський).

Програма дисципліни має на меті навчання основним методам дослідження в області кінематики та динаміки маніпуляторів роботів, а також в області розробки і аналізу робототехнічних систем та призначена для студентів, які не спеціалізуються на конструюванні роботів, але використовують їх у своїй галузі техніки.

Ключові слова: промисловий робот; робототехнічний комплекс, система керування, електроприводи.

Abstract

Almost every modern enterprise uses robotic technological complexes and industrial works for automated execution of both auxiliary and basic technological operations in the conditions of production.

Robotic technological complexes, integrated into flexible production systems with computer-based control, open the way to the introduction of progressive organization of production and implementation of the production process in a fully automated mode.

The course "Industrial Robotics Control Systems" is a mandatory discipline in the preparation of second-level higher education students (master's degree).

The discipline program aims to teach basic research methods in the field of kinematics and dynamics of robot manipulators, as well as in the development and analysis of robotic systems and is designed for students who do not specialize in robot design, but use them in their field.

Keywords: industrial robot; robotic complex, control system, electric drives.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 9	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки	
Змістових модулів – 5		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-elektromehanichni-sistemi-avtomatizacii-ta-elektroprivod-magistr/	Спеціальність G3 «Електрична інженерія» Освітньо-професійна програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання "Проектування промислового робототехнічного комплексу"		1-й, 2-й	1-й, 2-й
		Лекції	
		45 год.: 1-й сем. – 15 год.; 2-й сем. – 30 год.	18 год.: 1-й сем. – 6 год.; 2-й сем. – 12 год.
		Практичні	
		15 год.: 1-й сем. – 0 год.; 2-й сем. – 15 год.	12 год.: 1-й сем. – 0 год.; 2-й сем. – 12 год.
Загальна кількість годин – 270		Лабораторні	
		15 год.: 1-й сем. – 15 год.; 2-й сем. – 0 год.	6 год.: 1-й сем. – 6 год.; 2-й сем. – 0 год.
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 5: - 1-й сем. – 2 год.; - 2-й сем. – 3 год.; самостійної роботи студента – 13: - 1-й сем. – 4 год.; - 2-й сем. – 9 год. (в т.ч. КП).	Освітній рівень другий (магістерський)	Самостійна робота	
		195 год.: 1-й сем. – 60 год.; 2-й сем. – 135 год.	234 год.: 1-й сем. – 78 год.; 2-й сем. – 156 год.
		Індивідуальні завдання: курсовий проєкт*	
		2-й сем. – 90 год.	2-й сем. – 90 год.
		Вид контролю	
		1-й сем. – іспит; 2-й сем. – КП, іспит	1-й сем. – іспит; 2-й сем. – КП, іспит
		Форма контролю: комбінована	

* - курсове проектування входить в виконання самостійної роботи студентів.

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами» є оволодіння студентами принципами розробки робототехнічних комплексів різних технологічних процесів, включаючи обґрунтування складу обладнання, проєктування системи керування електроприводами робота та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- **ЗК 3.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК 6.** Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
- **ФК 1.** Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- **ФК 2.** Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- **ФК 10.** Здатність здійснювати автоматизацію технологічних об'єктів та комплексів на основі мікропроцесорних технологій з використанням робототехнічних пристроїв.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: теорія електропривода, теорія автоматичного керування, система керування електроприводами, проєктування дискретних та цифрових систем керування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- **ПРН 2.** Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.
- **ПРН 3.** Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- **ПРН 11.** Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електромеханічними системами.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи робототехніки та побудови робототехнічних комплексів.

Змістовий модуль 1. Розвиток робототехніки та впровадження роботів і робототехнічних комплексів у промисловість.

Тема 1. Роботизовані технологічні комплекси (РТК), їх призначення та структура. [7] с. 26-55; [10] с. 5, 56-72; [11] с. 9-35; [13] с. 9-35; [18] с. 9-14.

Тема 2. Вимоги до технологічного обладнання РТК [11] с. 115-118; [18] с. 26.

Тема 3. Основні поняття, класифікація, основні технічні характеристики, структура роботів різних поколінь [7] с. 57-63; [10] с. 5-18, [9] с. 9-26; [11] с. 103-109; [13] с. 9-35; [16] с. 14-17; [18] с. 9-14; [19] с. 15-33.

Тема 4. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів [4] с. 51-70; [7] с. 150-177; [18] с. 15-30.

Тема 5. Вирішення прямої задачі кінематики промислових роботів [8] с. 316-321; [9] с. 27-31; [12] с. 12-32; [18] с. 31-41; [19] с. 34-18.

Тема 6. Вирішення зворотної задачі кінематики промислових роботів [9] с. 27-31; [12] с. 32-39; [18] с. 35-37, 41-42.

Змістовий модуль 3. Динаміка промислових роботів.

Тема 7. Динаміка промислових роботів [4] с. 99-120; [18] с. 98-48.

Тема 8. Алгоритми рішення задач динаміки маніпуляторів за допомогою рівнянь Лагранжа – Ейлера II роду [12] с. 39-44; [17] с. 32-51; [18] с. 31-101.

Модуль 2. Системи керування електроприводів роботів та робототехнічних комплексів.

Змістовий модуль 4. Загальна характеристика і класифікація систем керування.

Тема 9. Характеристика систем програмного керування. Циклові контурні та позиційні керуючі системи. Ієрархічна структура систем керування [8] с. 297-151; [9] с. 50-82; [18] с. 64-75.

Тема 10. Комбіновані системи керування [1] с. 17-19; [8] с. 32-51; [14] с. 19-20.

Тема 11. Системи адаптивного керування [8] с. 311-315; [9] с. 84-89; [14] с. 606-648; [18] с. 94-96.

Тема 12. Основні принципи та закони керування, які реалізуються в приводах промислових роботів [9] с. 45-60; [18] с. 5-9.

Тема 13. Класифікація та функціональні можливості систем числового програмного керування [5] с. 12-56.

Тема 14. Характеристика і принцип дії керуючих пристроїв УЦМ і УПМ [18] с. 65-74.

Тема 15. Структура адаптивних систем керування [9] с. 84-89; [19] с. 82-86.

Тема 16. Теоретичні основи методу адаптації. Адаптивний ПД-регулятор [8] с. 124-145.

Тема 17. Системи керування на основі мікропроцесорної техніки [9] с. 121-138; [10] с. 48-52.

Тема 18. Керування рухом маніпуляційних роботів [7] с. 157-177; [12] с. 7-29.

Тема 19. Керування маніпулятором зі змінною структурою [1] с. 113-120; [14] с. 496-547.

Змістовий модуль 5. Використання промислових роботів на допоміжних технологічних операціях.

Тема 20. Класифікація роботизованих технологічних комплексів [4] с. 32-40; [18] с. 11-13.

Тема 21. Промислові робототехнічні комплекси. Робототехнічні комплекси механообробки та холодної штамповки [11] с. 97-114.

Тема 22. Розрахунок енергетичних характеристик привода [15] с. 55-64.

Тема 23. Методика побудови циклограм функціонування робототехнічного комплексу (РТК) [11] с. 354-365.

Модуль 3. ІНДЗ (КР/КП)

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1 Основи робототехніки та побудови робототехнічних комплексів										
Змістовий модуль 1. Розвиток робототехніки та впровадження роботів і робототехнічних комплексів у промисловість										
Тема 1. Роботизовані технологічні комплекси (РТК), їх призначення та структура.	9	2	-	2	5	10	2	-	2	6
Тема 2. Вимоги до технологічного обладнання РТК.	6	1	-	1	4	5	-	-	-	5
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	15	3	-	3	9	15	2	-	2	11
Змістовий модуль 2. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів										
Тема 3. Основні поняття, класифікація, основні технічні характеристики, структура роботів різних поколінь.	12	2	-	2	8	10	-	-	-	10
Тема 4. Кінематичний аналіз промислових роботів і маніпуляторів.	16	2	-	2	12	11	2	-	-	9
Тема 5. Вирішення прямої задачі кінематики промислових роботів.	16	2	-	2	12	12	-	-	2	10
Тема 6. Вирішення зворотної задачі кінематики промислових роботів.	16	2	-	2	12	10	-	-	-	10
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	8	-	8	44	43	2	-	2	39
Змістовий модуль 3. Динаміка промислових роботів										
Тема 7. Динаміка промислових роботів.	11	2	-	2	7	18	2	-	2	14
Тема 8. Алгоритми рішення задач динаміки маніпуляторів за допомогою рівнянь Лагранжа – Ейлера II роду.	11	2	-	2	7	14	-	-	-	14
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	15	4	-	4	14	32	2	-	2	28
<i>Усього годин</i>	90	15	-	15	60	90	6	-	6	78
Модуль 2 Системи керування електроприводів роботів та робототехнічних комплексів										
Змістовий модуль 4. Загальна характеристика і класифікація систем керування										
Тема 9. Характеристика систем програмного керування. Циклові контурні та позиційні керуючі системи. Ієрархічна структура систем керування.	6	2	2	-	2	8	2	2	-	4
Тема 10. Комбіновані системи керування.	4	2	-	-	2	2	-	-	-	2
Тема 11. Системи адаптивного керування.	7	2	2	-	3	4	-	-	-	4
Тема 12. Основні принципи та закони керування, які реалізуються в приводах промислових роботів.	4	2	-	-	2	8	2	2	-	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 13. Класифікація та функціональні можливості систем числового програмного керування.	6	2	2	-	2	6	2	-	-	4
Тема 14. Характеристика і принцип дії керуючих пристроїв УЦМ і УПМ.	5	2	-	-	3	2	-	-	-	2
Тема 15. Структура адаптивних систем керування .	6	2	2	-	2	6	-	2	-	4
Тема 16. Теоретичні основи методу адаптації. Адаптивний ПІД-регулятор.	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
Тема 17. Системи керування на основі мікропроцесорної техніки.	6	2	2	-	2	4	-	-	-	4
Тема 18. Керування рухом маніпуляційних роботів.	5	2	-	-	3	4	2	-	-	2
Тема 19. Керування маніпулятором зі змінною структурою.	7	2	2	-	3	4	-	-	-	4
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	60	22	12	-	26	52	10	6	-	36
Змістовий модуль 5. Використання промислових роботів на допоміжних технологічних операціях										
Тема 20. Класифікація роботизованих технологічних комплексів.	8	2	1	-	5	6	-	-	-	6
Тема 21. Промислові робототехнічні комплекси. Робототехнічні комплекси механообробки та холодної штамповки.	7	2	-	-	5	10	-	2	-	8
Тема 22. Розрахунок енергетичних характеристик привода.	9	2	2	-	5	12	2	2	-	8
Тема 23. Методика побудови циклограм функціонування робототехнічного комплексу (РТК).	6	2	-	-	4	10	-	2	-	8
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	30	8	3	-	19	38	2	6	-	30
<i>Усього годин</i>	90	30	15	-	45	90	12	12	-	66
Модуль 3. ІНДЗ (КР/КП)										
<i>Усього годин</i>	90				90	90				90
<i>Разом за курсом</i>	270	45	15	15	195	270	18	12	6	234

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Побудова кінематичних схем багатоланкових маніпуляторів у прямокутній, циліндричній, сферичній, кутовій системах координат [3] с. 93-110, [33] с. 73-106.	2	2
2	Визначення зони обслуговування трьохланкових маніпуляторів з кутовою системою координат. [19] с. 88-95, [28] с. 38-48.	3	-
3	Керування рухом маніпуляційних роботів. [33] с. 371-377	2	2
4	Виконавчі механізми приводів маніпуляторів [23] с. 55, [28] с.110	2	-
5	Оцінка точності позиціонування при виконанні складальних операцій [33] с. 386-390	3	-
6	Вибір промислового робота для виконання вантажно-розвантажувальних робіт [21] с. 30-35	3	2
	Разом	15	6

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Робототехнічні комплекси механобробки тіл обертання [5] с. 5-13	2	2
2	Основні характеристики та робота основних частин робота М10П.62.01. [5] с. 13-29	2	-
3	Розробка програми РТК токарної обробки. [5] с. 29-41	2	2
4	Моделювання прямої задачі кінематики робота на ПЕОМ. [5] с. 41-49	3	-
5	Моделювання зворотної задачі кінематики робота на ПЕОМ. [5] с. 49-54	3	2
6	Логічне керування адаптивним робототехнологічним комплексом. [5] с. 54-57	3	-
	Разом	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми здобуття освіти:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);**
- підготовка до практичних занять – **1-2 год/1 заняття;**
- підготовка до лабораторних робіт – **2-3 год/1 робота;**
- виконання розрахункових, домашньої контрольної роботи (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – **мінімум 15 годин на 1 роботу;**
- підготовка до іспиту – **(15-30) год. на 1 захід.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекцій	23	21
2	Підготовка до лабораторних робіт	10	12
3	Підготовка до практичних робіт	12	15
4	Виконання домашньої контрольної роботи	-	36
5	Виконання курсового проєкту	90	90
6	Підготовка до іспиту	60	60
	Разом	195	234

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Курсовий проєкт. Тема "Проектування промислового робототехнічного комплексу".

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

6.1 Засоби навчання.

- Діючі моделі (машин, двигунів, механізмів, апаратів, споруд та ін.);
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання,
- Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.);
- Інформаційно-комунікаційні системи;
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова та художня література, нотні партитури тощо);

6.2 Методи навчання.

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольнокорекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- бесіда - питально-відповідний метод, завдання якого - спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

для практичних, лабораторних та семінарських занять:

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;
- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки

наукових висновків;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця; методи контролю і самоконтролю;
- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, твори, диктанти, письмові заліки;
- лабораторний контроль

Альтернативно може застосовуватися наступна класифікація методів навчання:

- частково-пошуковий - метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;
- дослідницький - творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту (за його наявності). У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів (у разі відсутності заключного іспиту). Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту (при його наявності) в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту (за його наявності).

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, практичному/лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних/практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
	викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 роботи по 5 балів).

Практична робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 роботи по 5 балів)

Домашня контрольна робота для заочників	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (4 роботи по 5 балів = 20 балів)

Виконання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсового проєкту.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проєкту.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсового проєкту.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проєктів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових проєктів. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	6x5 балів = 30 балів	3x5 балів = 15 балів
Виконання лабораторних робіт	6x5 балів = 30 балів	3x5 балів = 15 балів
Виконання домашньої контрольної роботи	-	2x15 балів = 30 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1-T2	Лабораторна робота N1-2	10	Лабораторна робота N1	5
ЗМ2	T3-T6	Лабораторна робота N3-4	10	Лабораторна робота N3,5	10
ЗМ3	T7-T8	Лабораторна робота N5-6	10		
ЗМ4	T9-T19	Практична робота № 1-3	15	Практична робота № 1	5
ЗМ5	T20-T23	Практична робота № 4-6	15	Практична робота № 3,6	10
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	-	Виконання домашньої контрольної роботи	30
Підсумковий контроль		Іспит	40		40
Сума			100		100

Критерії оцінювання іспиту

Іспит проводиться згідно з білетами.

Склад одного білета: 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання

Бали за відповідь на 1 питання білета	Критерій оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову та принцип роботи типових систем цифрового та дискретного керування устаткуванням, вміє провести вибір та розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми, блок-схеми алгоритмів та фрагменти програм керування
8	студент знає принцип роботи типових систем керування, орієнтується у конструкції їх елементів, вміє провести розрахунки елементів, скласти функціональну та принципову схеми системи керування, блок-схеми алгоритмів її роботи
5	студент має уявлення про принципи роботи найбільш розповсюджених цифрових та дискретних систем керування устаткуванням, орієнтується в конструкції елементів систем керування, вміє скласти функціональну схему, вибрати склад обладнання для заданої системи керування
0	студент має знання та вміння нижче визначеного рівня

Виконання курсового проєкту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер та наочні матеріали.

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних систем автоматизованого електропривода, що має забезпечити вивчення роботи пристроїв систем автоматизації робототехнічних комплексів.

Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі перевірки навичок і вмінь роботи з необхідним спеціалізованим програмним забезпеченням.

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Системи керування промисловими робототехнічними комплексами».

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Бахрушин В.Є.** Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.

2. **Васильєв, О. Г.** Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами" / О. Г. Васильєв, С. І. Ольшевський, О. О. Черно. – Миколаїв НУК, 2020.-138 с.

3. **Васильєв, О. Г.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Системи керування промисловими робототехнічними комплексами"/ О. Г. Васильєв, С. І. Ольшевський. – Миколаїв НУК, 2018. – 60 с.

4. **Дмитрів Василь.** Динаміка і точність роботів : навч. посіб. / Василь Дмитрів, Олексій Ланець; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2021. – 200 с.: іл., схеми.

5. **Ковальов В.А** Інноваційне обладнання автоматизованого виробництва. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з **числовим програмним керуванням** [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158 с.

6. **Ковальов Ю. А.,** Проектування промислових роботів та маніпуляторів: Навчальний посібник / С.О. Кошель, Ю.А. Ковальов, О. П. Манойленко. – К., Центр навчальної літератури, 2019. – 256 с.

7. **Кошель С. О.** Проектування промислових роботів та маніпуляторів: Навчальний посібник / С.О. Кошель, Ю.А. Ковальов, О. П. Манойленко. – К., Центр навчальної літератури, 2019. – 256 с.

8. **Ловейкін В. С.** Мехатроніка: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк. – Київ : ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.

9. **Михайлов Є. П.** Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. Для студентів бакалаврів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування, / Укладачі.: Михайлов Є. П., Лінгур В. М. – Одеса: ОНПУ, 2019. – 233 с.

10. **Ніколайчук, В. М.** Основи робототехніки: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2008. – 76 с. Основи автоматики та робототехніки [Електронний ресурс] : навчальний посібник

для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін. – Електронні текстові дані (1 файл: 11,04 Мбайт). – Дніпро : «Гарант СВ», 2021. – 244 с.

11. **Павленко І.І.** Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. / І.І. Павленко, В.А. Мажара. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

12. **Пересада С. М.** Теорія адаптивного та робастного керування: курсова робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.М. Пересада, С.М. Ковбаса, Є.О. Ніконенко – Електронні текстові дані (1 файл: 3,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 55 с.

13. **Поліщук М.М.** Робототехнічні системи: проектування і моделювання. Навчальний посібник. / М.М. Поліщук, М.М. Ткач. – К.: НТУ «КПІ», 2021 – 113 с.

14. **Попович М.Г.** Теорія автоматичного керування: Підручник / Попович М.Г., О.Г. Ковальчук. – К.: Либідь, 2007, 656 с

15. Проектирование и разработка промышленных роботов / С. С. Аншин, А. В. Бабич, А. Г. Баранов и др.; Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. – 272 с.

16. **Проць Я. І.** Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник./ Я. І. Проць – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232 с.

17. **Ропай В. А.** Застосування рівнянь Лагранжа II рода до рішення задач динаміки механічних систем. Методичні рекомендації до розділу курсу «Спецрозділи математики, теоретичної кінематики та аналітичної динаміки» для студентів всіх форм навчання. – Автори: В.А. Ропай, О.Г. Науменко, В.Я. Киба. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2013. – 56 с.

18. **Цвіркун Л. І.** Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.

19. **Шульга О.В.** Конспект лекцій з дисципліни “Електропривод і автоматизація роботів і маніпуляторів” для студентів спеціальності 7.092203 “Електротехнічні системи автоматизації та електропривод” у всіх форм навчання. – ПолтНТУ, 2002. – 103 с.

Допоміжна література

1. Технологічні основи гнучких виробничих систем: конспект лекцій для студентів спеціальності «Прикладна механіка» всіх форм навчання. / Уклад. В. І. Тулупов, В. С. Медведєв. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 94 с.

2. **Міщук Д. О.** Роботи і маніпулятори: Підручник / Д. О. Міщук. – К.: 2020. – 268 с.: іл.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу).

2. Підручники, навчальні посібники:

- видавництво «Олді+» <http://ebooks.olddiplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХФ НУК);

- видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>

3. <http://nbuv.gov.ua/> – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;

4. <http://odnb.odessa.ua/> – Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;

5. <http://korolenko.kharkov.com/> – Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.